

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-134316

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月22日

(51) Int.Cl.⁹
G 1 1 B 5/187
B 2 4 B 37/00
G 1 1 B 5/60
21/21 1 0 1

F I
G 1 1 B 5/187 Q
B 2 4 B 37/00 A
G 1 1 B 5/60 U
21/21 1 0 1 L

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-282760
(22) 出願日 平成 8 年(1996)10月24日

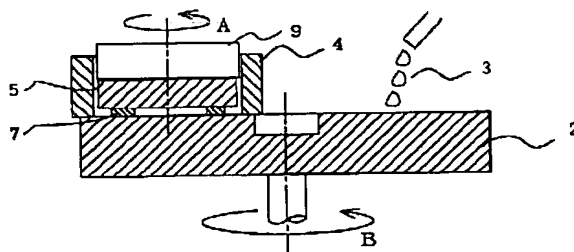
(71) 出願人 000005083
日立金属株式会社
東京都千代田区丸の内2丁目1番2号
(72) 発明者 遠藤 道雄
埼玉県熊谷市三ヶ尻6010番地 日立金属株式会社生産システム研究所内
(72) 発明者 牛込 尚夫
栃木県真岡市松山町18番地 日立金属株式会社電子部品工場内
(74) 代理人 弁理士 大場 充

(54) 【発明の名称】 磁気ヘッドの加工方法

(57) 【要約】

【課題】 異種材料から成る磁気ヘッドの記録媒体対向面を、加工段差を少なく加工する。

【解決手段】 表面がセラミックス部材である定盤に修正リングとダミーワークを装着し、砥粒を含んだ液を滴下しながら回転した後、遊離砥粒を除去し、次に砥粒を含まない液を滴下しながら回転するような前処理を行い、前記前処理を行った定盤に修正リングと加工対象の磁気ヘッドを装着し、砥粒を含まない液を滴下しながら定盤を回転して加工する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気ヘッドの記録媒体対向面をラッピングで加工する磁気ヘッドの加工方法において、表面がセラミックス材である定盤に修正リングとダミーワークを装着し、砥粒を含んだ液を供給しながら回転した後、遊離砥粒を除去し、次に砥粒を含まない液を供給しながら回転するような前処理を行い、前記前処理を行った定盤に修正リングと加工対象の磁気ヘッドを装着し、砥粒を含まない液を供給しながら定盤を回転して加工することを特徴とする磁気ヘッドの加工方法。

【請求項2】 前記前処理は、砥粒を含んだ液を供給しながら定盤を回転した後、ダミーワークを取り除いて修正リングだけを定盤上で自転させながら定盤表面を水にて洗い流した後、定盤表面に残った水を拭き取り、その後再びダミーワークを装着し、砥粒を含まない液を供給しながら定盤を回転した後、ダミーワークを取り除いて修正リングだけを定盤上で自転させながら定盤表面を水にて洗い流すような請求項1に記載の磁気ヘッドの加工方法。

【請求項3】 加工対象の磁気ヘッドの加工は、定盤上の修正リング内部に加工対象の磁気ヘッドを装着し、砥粒を含まない液を供給しながら回転させるとともに、定盤表面清浄手段で定盤表面を清浄にしながら加工することを特徴とする請求項1又は2に記載の磁気ヘッドの加工方法。

【請求項4】 定盤表面は、凹状に仕上げ加工され、かつ砥粒が侵入できる孔部がほぼ全面に分散されていることを特徴とする請求項1、2又は3に記載の磁気ヘッドの加工方法。

【請求項5】 ダミーワークは加工対象の磁気ヘッドと同材質で、前記磁気ヘッドの加工総面積以上の加工総面積を有することを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の磁気ヘッドの加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ヘッドの記録媒体対向面（以下浮上面と称する）をラッピング（ラップとも称する）で加工する方法に係り、特に磁気ヘッド本体をなす基板上に異種材料の保護膜や金属磁性膜を成膜した複合材からなる磁気ヘッドに好適な加工方法に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気ヘッドの浮上面のラッピング方法として、錫等の軟質金属の定盤上へ砥粒を含んだラップ液を定期的に供給しながらラッピング加工する方法が一般的に知られている（従来例1とする）。また、複合材からなる磁気ヘッドの、浮上面の異種材料間に生じる加工段差を低減するラップ方法として、砥粒を含むラップ液にて粗ラップした後、砥粒を含まないラップ液で仕上げラッピングを行う方法及びその装置が、特開平03-9

2264号公報に開示されている（従来例2とする）。さらに、複合材料の加工段差が小さくかつ定盤の形状劣化も少ないラップ方法として、アルミナを主成分とし砥粒が入り込む程度の孔を分散させたセラミック定盤にてラッピング加工を行う方法が、特公平5-9227号公報に開示されている（従来例3とする）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】図2及び図3に示すような、例えば基板材10がアルミナチタンカーバイト製で、これにアルミナ製の保護膜13およびバーマロイ等の磁性金属の磁性膜12が形成されているような複合材からなる磁気ヘッド1の浮上面11をラップするに際して、従来例1では図8に示すように、基板材10より軟質の保護膜13及び保護膜13よりさらに軟質の磁性膜12が、遊離砥粒31で選択的に加工されるので、加工段差は1000オングストローム程度生じ、また縁だれ、加工面の傷も多く生じる。

【0004】従来例2では、仕上げ加工に遊離砥粒を用いないため、加工段差、縁だれが低減されると述べられている。しかし、粗ラップと仕上げラップを同一の定盤で連続して行っているために、仕上げラップにおいてはまた遊離砥粒が残存している。また、遊離砥粒で粗ラップを行いながら同時に定盤への砥粒の埋め込みを行なうため、砥粒が定盤へ押圧される面積は実ワーク分だけで小さく、かつ埋め込みの時間は粗ラップ加工仕様で決まってしまうため、均一で密度の高い砥粒の埋め込みができない。このため安定して加工段差を低減させることができず、200オングストローム程度の段差は発生してしまう。さらに、ラップ加工能率が安定しないという問題もある。また、定盤に軟質金属を用いているために磁気ヘッドと定盤との接触などにより、浮上面に定盤材を構成する軟質金属が付着してしまうという問題もある。

【0005】一方、従来例3では、定盤がアルミナを主成分とする硬質のセラミックスであるために、定盤の形状劣化という点については有効であるが、逆に定盤を精度良く凹曲面に形成することができないという問題がある。磁気ヘッドは記録媒体との吸着を防ぎ摩擦抵抗を減少させるために、その浮上面をわずかに凸曲面形状となるように加工するが、そのためには定盤を凹曲面にし、ラップ時その定盤曲率を浮上面に転写する方法が用いられる。これに対し、定盤の硬度が高いため機械加工により所定の寸法形状に精度良く効率的に加工できない。また、砥粒は孔部にしか入り込まず、固定される砥粒密度が高くできないという問題もある。

【0006】本発明は、異種材料の複合材から成る磁気ヘッドの浮上面に対し、加工段差、縁だれ、傷などの少ない高精度な加工を実現するとともに、金属等の付着がほとんどなく、かつ実際の生産ラインで適用可能な生産性の高いラッピング方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、磁気ヘッドの記録媒体対向面をラッピングで加工する磁気ヘッドの加工方法において、表面がセラミックス部材である定盤に修正リングとダミーワークを装着し、砥粒を含んだ液を供給しながら回転した後、定盤表面に残った遊離砥粒を除去し、次に砥粒を含まない液を供給しながら回転するような前処理を行い、前記前処理を行った定盤に修正リングと加工対象の磁気ヘッドを装着し、砥粒を含まない液を供給しながら定盤を回転して加工することを基本とする。前記前処理をより詳しく述べると、砥粒を含んだ液を供給しながら定盤を回転した後、ダミーワークを取り除いて修正リングだけを定盤上で自転させながら定盤表面を水にて洗い流した後、定盤表面へ残った水を拭き取り、その後再びダミーワークを装着し、砥粒を含まない液を供給しながら定盤を回転した後、ダミーワークを取り除いて修正リングだけを定盤上で自転させながら定盤表面を水にて洗い流すものである。

【0008】さらに、前記加工対象の磁気ヘッドの加工においては、定盤上の修正リング内部に加工対象の磁気ヘッドを装着し、砥粒を含まない液を供給しながら回転させるだけでなく、同時に定盤表面清浄手段で定盤表面を清浄にしながら加工する方法もある。また、定盤はその表面が凹状に仕上げ加工され、かつ砥粒が侵入できる孔部がほぼ全面に分散されているものを用いてもよい。さらに、ダミーワークは加工対象の磁気ヘッドと同材質で、前記磁気ヘッドの加工総面積以上の加工総面積を有するものを用いてもよい。

【0009】

【発明の実施の形態】図2及び図3に複合材からなる磁気ヘッド1を示す。アルミナチタンカーバイドからなる基板材10に、アルミナの保護膜13、パーマロイの磁性膜12が成膜されており、各々硬度は異なっている。以下、浮上面11は、予め別工程で粗ラップ等により所要の寸法に調整されており、その後の仕上げ加工に適用する場合として説明する。図1において、定盤2は機械加工が可能な硬度のセラミックスの一体構造、あるいは少なくともセラミックス部材が表面を構成する構造である。セラミックス材としてはフッ素金雲母と珪酸塩ガラスで構成されたものや、硬度が類似なものであればチタン酸アルミ系、窒化アルミ系等他の組成のものでもよく、表面に直径又は幅が数 μm ～数十 μm 程度の孔がほぼ全面に分散されたものを用いる。

【0010】まず、定盤2の表面を対象の磁気ヘッドの浮上面凸寸法仕様から設定できる凹状寸法形状に加工成形する。加工成形は前記セラミックスを加工できる例えばダイヤモンドでNC旋盤等で行うことができる。加工成形後の定盤2上に、修正リング4を設置し、GCまたはWA砥粒を定期的に滴下しながら定盤を回転し、表面の加工痕を除去する修正ラップを行う。

【0011】仕上げ加工は3つの工程から成る。第1工

程は定盤2への砥粒3の埋め込みのためのラップ工程である。ラップリング5上にダミーワーク7をワックスで、またはシリコンあるいは塩化ビニルを主成分とする表面に粘性のある弾性体で保持し、ダミーワーク7を定盤表面に当接する向きで修正リング4の内部へ回転自在になるように収納するとともに、反対面にはおもり9を設置する。修正リング4はアルミナ又はジルコニア等のセラミックス製のものが望ましい。ダミーワーク7は、基板材と同材質のアルミナチタンカーバイドを用い、定盤2との総接触面積は加工を行う磁気ヘッド1の加工総面積以上、望ましくは2倍以上にする。

【0012】定盤2を10～50rpmで回転させながら、砥粒を含む液3（以降ラップ液と呼ぶ）を一定量定期的に滴下してラップする。ラップ液3は、グリコール系有機溶剤と水を主成分とする基油にダイヤモンド砥粒を分散させた懸濁液である。砥粒としてダイヤモンドの他に、例えばGC砥粒、WA砥粒を用いることもできる。この時修正リング4及び内部のダミーワーク7を固着したラップリング5は、回転する定盤2上で自転する（駆動部図示せず）。このためラップ液3は、修正リング4により定盤2表面にはほぼ均一に分散されるとともに、定盤2と、修正リング4及びダミーワーク7の間隙に侵入した砥粒は、定盤表面に埋め込まれていく。ダミーワーク7には上からおもり9で加圧をすることにより、定盤表面への砥粒の埋め込みは効率的に行われる。図4に示すように、遊離している砥粒31の一部は、修正リング4とダミーワーク7により定盤表面21に埋め込まれるとともに、孔へも侵入凝集し、脱落しにくい固定砥粒30となる。

【0013】次に、固定砥粒30以外の遊離砥粒31及び削り滓を洗浄により取り除く。図5に定盤2の洗浄状況を示す。砥粒埋め込み後ダミーワーク7を固着したラップリング5を修正リング4より取り出し、定盤2を回転させながら定盤2の表面に水8を散布する。この作業により、定盤2の表面及び修正リング4の下面に付着している遊離砥粒31と汚れが、水8で流されるときに、修正リング4の回転Aと定盤2の回転Bに伴う遠心力によつて定盤2の表面からはほぼ除去される。その後図6に示すように、水で湿らせた軟らかい皮、あるいはスポンジ性状タオル、例えばセーム皮6を定盤2の上に押圧して矢印Cの方向へ摺動させ、定盤2の表面に残っている遊離砥粒31等を含む水をセーム皮6に含浸させて、残った遊離砥粒31の除去を行う。

【0014】第2工程は、砥粒の切れ刃を一定に揃えるためのラップ工程である。前記埋め込み時に用いたダミーワーク7を固着したラップリング5を、埋め込み時と同様、定盤2に当接する向きで修正リング4内に収納設置し、砥粒を含まない液33（以降潤滑液と呼ぶ）を滴下しながら定盤を回転させラップする。潤滑液33にはグリコール系有機溶剤を基油にした水溶性潤滑液を用い

る。なお、この処理の前にはダミーワーク7はよく洗浄しておき、付着していた遊離砥粒等を取り除いておく。この操作をすることによって、定盤2の表面には表面部や空孔部に埋め込まれた固定砥粒30が、突出部が削られほぼ均一な高さの状態で固定され、完全には固定されず遊離した砥粒31はほぼ取り除かれる。このとき、上記固定砥粒の切れ刃部はダミーワーク7で馴染んだ状態になっており、ダミーワーク7が実際に加工する磁気ヘッドと同材質であるため、実際の加工に当たって、浮上面に傷等が付き難くなる。

【0015】その後、ダミーワーク7を固着したラップリング5を修正リング4より取り出し、定盤2を回転させながら定盤2の表面に水8を散布する。この作業により、定盤2の表面及び修正リング4の下面に付着している遊離した砥粒31と削り滓及び汚れが、水8で流されながら修正リング4の回転Aと定盤2の回転Bに伴う遠心力によって定盤2の表面から除去され、定盤表面はさらに清浄になる。以上説明した第1行程と第2行程は、次の第3行程のための前処理である。

【0016】第3工程は、実際に加工対象の磁気ヘッド1の浮上面11を加工するラップ工程である。図9に示すように、定盤2の表面及び孔に埋め込まれた固定砥粒30のみでラップを行う。図7に示すように、複数の磁気ヘッド1を、ラップ治具15に固着されたシリコン、塩化ビニル等を主成分とする表面に粘性のある弾性体からなるホルダー14に所定の間隔で配置し、その粘着力で保持する。前記ラップ治具15を磁気ヘッド1が定盤2に対向する向きに定盤2上の修正リング4の中へ挿入し、砥粒を含まない潤滑液33を滴下しながら定盤2を回転させる。磁気ヘッド1に対する加圧は、ラップ治具15の自重又はおもり9を載置する等により行う。定盤2の回転数は5〜50rpmとし、設定した所定時間だけラッピングする。なお、この工程で使用する潤滑液は、第2工程で用いるものと同じものでよいが、適宜変えてもよい。上記加圧は、ホルダー14を磁気ヘッド1の当接部で弾性変形させ、磁気ヘッド1を保持するとともに、均一な荷重を与える作用をする。また、修正リング4により定盤2の表面に均一な潤滑液の被膜が形成され、定盤2の表面21と磁気ヘッドの浮上面11との接触面積を低減する。

【0017】前述したように、定盤2の少なくとも表面部はセラミックスで脆性材であり、磁気ヘッド1の接触等により定盤表面に傷が入っても軟質金属定盤のようなバリ状の突起は発生せず、破片となって脱落する。この破片は軟質金属のような付着性は弱く、磁気ヘッド1への定盤材の付着は微少であり、付着してもラップ中に容易に除去される。従って、完成製品に異物特に金属片が付着することはほとんどない。一方、破片により磁気ヘッド1には傷がつき易くなるが、定盤表面清浄手段として、図10に示すように定盤2上に弾性材からなるスイ

ーパー60と、ポリシングパッド55を接着したクリーニングリング54を装着し、これらにより定盤2より脱落した破片を除去している。クリーニングリング54は定盤の回転に伴い自転するように設置する（駆動部図示せず）。

【0018】上述したように、本定盤は単に表面に砥粒が埋め込まれているだけでなく、孔に砥粒が凝集していることから砥粒の保持力が高く、砥粒の潜り込み、脱落が少ないことから、第3行程の繰返し回数は、軟質金属定盤における時と比較すると3〜5倍程度と生産性も向上する。しかし、第3行程の繰返しを行っていくと、定盤2の表面に保持された砥粒が抜け落ち或いは磨滅していき、加工に関与する砥粒が少なくなってくる。これにより加工能率が低下するだけでなく、砥石の切れ味も悪くなり、加工段差が大きくなり、平滑性に優れた加工面が得られなくなる。そこで適宜、新たな砥粒を埋め込む必要がある。

【0019】埋め込み方法としては、前述した前処理とほぼ同様の処理を行うことにする。この時の定盤回転時間は全く初めての砥粒埋め込み時より短めでも良い。この処理により新しい砥粒が埋め込まれ、加工能率が回復し精度の良い加工面が得られることになる。このように、基本的に第1工程と第2工程を行った後、第3工程を何回か行うというサイクルを繰返すことにより、加工段差の小さい、金属付着のないラッピング作業が、能率を低下することなく安定して行える。

【0020】

【実施例】以下、実施例について説明する。磁気ヘッド1は、アルミナチタンカーバイト (Al_2O_3-TiC 、 $Hv2200$) からなる基板材10に、アルミナからなる保護膜13 (Al_2O_3 、 $Hv990$)、パーマロイである磁性膜12 ($Hv180$) が成膜された複合材構造のものを用いた。定盤2として、高密度1〜5g/cm³、吸水率がほとんど0%、好ましくは0%で、圧縮強さ3500〜5000kgf/cm²、硬度 $Hv=150\sim300$ のフッ素金雲母と珪酸塩ガラスの一体構造で、直径が10μm程度の孔が表面全面に分散されたものを用いた。定盤2の表面加工成形はNC旋盤を用いて行った。バイトはダイヤまたはダイヤ焼結体を用い、粗加工、仕上げ加工と2段階で面粗さをRaで2μm程度に仕上げた。その後修正ラップを行い定盤表面粗さをRaで0.3μm以下に仕上げた。図11に、定盤表面粗さと磁気ヘッドの加工後の加工段差の関係の実験結果を示す。横軸に定盤表面粗さを示す。この結果より、定盤2の表面粗さを向上すれば加工段差は低減し、Raで0.3μm以下に仕上げれば加工段差は平均50オングストローム程度となることとことがわかる。

【0021】第1工程の砥粒埋め込みのためのラップ時間は60分とした。図12に砥粒の埋め込み時間と加工能率の関係、図13に砥粒埋め込み時間と磁気ヘッド1

の浮上面11に発生する傷の発生率の関数の各々実験結果を示す。砥粒埋め込み時間は、加工能率面からは15分程度で0.2 μ m/分となり以降殆ど変化はないが、傷発生率からは15分では不十分で、60分以上が望ましいことがわかる。第2工程の砥粒切れ刃揃えのためのラップ時間は90分とした。図14にラップ時間と加工能率の関数、図15にラップ時間と加工段差の関数の各々実験結果を示す。時間を増やすことにより加工能率は低下して行くが、加工段差については30分で平均105オングストローム程度であるが、90分~120分では平均25オングストロームと良好になって行くことから、第2工程の切れ刃を揃える時間は60~90分が望ましいことがわかる。

【0022】上記条件で磁気ヘッド1の浮上面をラップしたところ、浮上面の傷の発生率は3%と従来の錫を主成分としている金属定盤と同等以下であった。また、浮上面11の基板材10と保護膜13および磁性膜12の段差、さらに保護膜13の端部だれは共に50オングストローム以下であった。

【0023】

【発明の効果】本発明のラッピング方法では、浮上面の基板材と保護膜および磁性膜の段差、保護膜の端部だれが共に50オングストローム以下となり、保護膜の傷も減少し、高精度に加工できると同時に、一度定盤に砥粒を埋め込んでおけば、従来の金属定盤と比較し加工能率が低下しないこと等により3~5倍程度長期に使用でき、低下した場合でも短時間の再砥粒埋め込み処理を行うだけで、次々に新規磁気ヘッドを精度よく加工可能な生産性の高いプロセスを構築することができる。また、金属付着のない品質良好な磁気ヘッドを得ることができる。

*【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を説明するラップの概念図

【図2】磁気ヘッドの概略図

【図3】図2における磁気ヘッドA-A断面図

【図4】図1における加工状態の模式図

【図5】本発明の一作業である定盤洗浄時の略図

【図6】本発明の一作業である定盤拭き取り時の略図

【図7】磁気ヘッドの装着を説明する図

【図8】従来のラッピング法の砥粒の作用図

【図9】本発明のラッピング法の砥粒の作用図

【図10】磁気ヘッドの加工を説明する図

【図11】定盤面粗さと加工段差を示すグラフ

【図12】砥粒埋め込み時間と加工能率を示すグラフ

【図13】砥粒埋め込み時間と傷発生率を示すグラフ

【図14】本発明による第2工程ラップ時間と加工能率を示すグラフ

【図15】本発明による第2工程ラップ時間と加工段差を示すグラフ

【符号の説明】

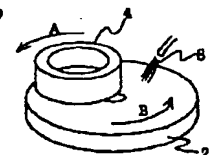
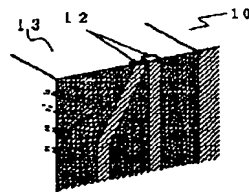
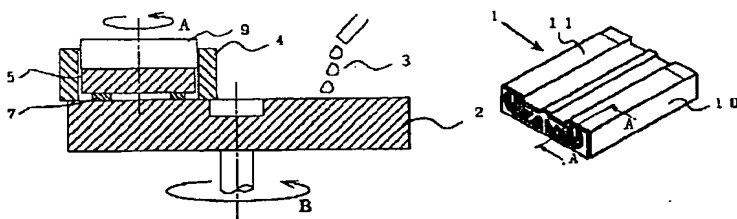
1	磁気ヘッド	2	定盤
3	ラップ液	4	修正リング
5	ラッピング	7	ダミーワーク
10	基板材	11	浮上面
12	磁性膜	13	保護膜
14	ホルダー	15	ラップ
30	固定砥粒	31	遊離砥粒

【図1】

【図2】

【図3】

【図5】

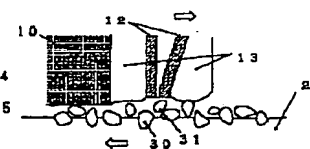
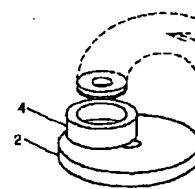
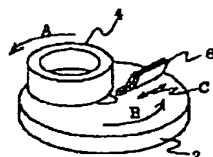
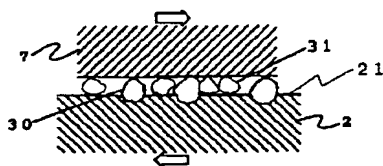


【図4】

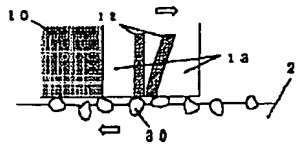
【図6】

【図7】

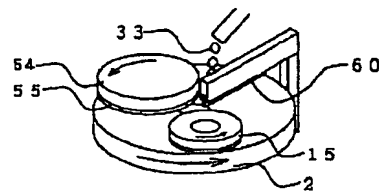
【図8】



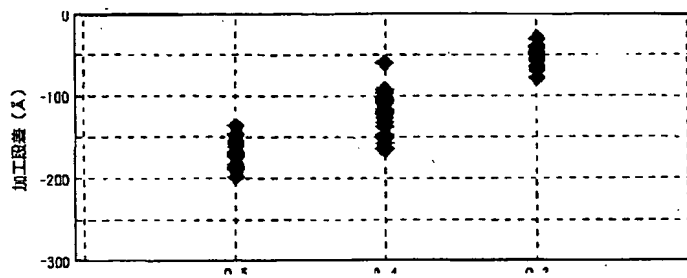
【図9】



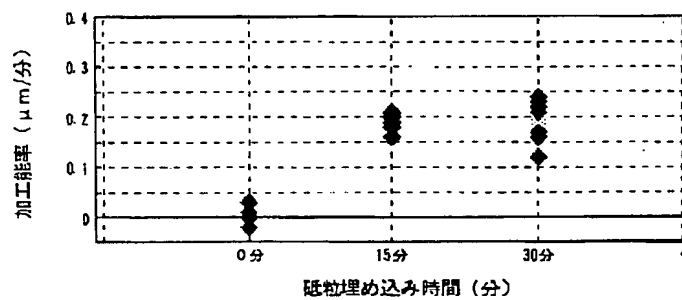
【図10】



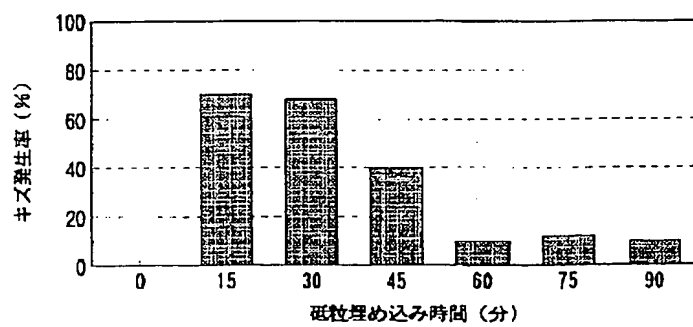
【図11】



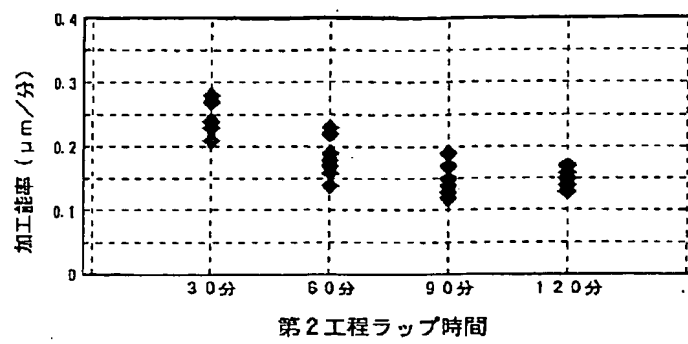
【図12】



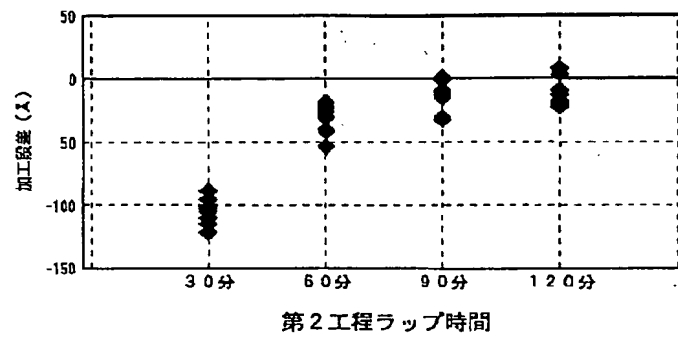
【図13】



【図14】



【図15】



19: Japanese Patent Office

12: Japanese Laid-open Patent Publication (A)

11: Japanese Laid-open Patent Publication No. 10-134316

43: Publication Date: May 22, 1998

54: Fabrication Method for Magnetic Head

71: Applicant: Hitachi Metals Co. Ltd.

57: Summary

Subject: To provide a method for fabricating a magnetic head comprised by different materials so that the recording surface opposite to the recording medium will have minimum difference in fabrication height.

Means for solving the problem: Attach a correction ring and a dummy workpiece on a disk table having a ceramic surface layer, and while rotating the disk and dripping a liquid containing abrading particles on the rotating disk, detached particles are removed and the disk is pretreated by dripping a liquid containing no abrading particles, and a correction ring and a magnetic head as an object to be polished are attached to the pre-treated disk, and the assembly is fabricated by rotating the disk assembly and dripping a liquid containing no abrading particles.

[Claims]

1. A method for fabricating a floating surface of a magnetic head opposing a recording medium by lapping, comprising the steps of: pre-treating a disk table by mounting a correction ring and a dummy workpiece on a disk table having

a ceramic surface and rotating the disk table while supplying a liquid containing abrading particles, removing free particles from the disk table, and rotating the disk table while supplying a liquid not containing abrading particles; and mounting the correction ring and the magnetic head on the pre-treated disk table to fabricate the magnetic disk by rotating the pre-treated disk table while supplying a liquid not containing abrading particles.

2. A method according to claim 1, wherein said pre-treating comprises the steps of: rotating the disk table while supplying a liquid containing abrading particles, removing the dummy workpiece; self-rotting the correction ring on the disk table while supplying water to wash off the disk table surface; wiping off water remaining on the disk table; mounting the dummy workpiece once more; rotating the disk table while supplying water; removing the dummy workpiece once more; self rotating the correction ring to wash off the surface of the disk table.

3. A method according to one of claim 1 or 2, wherein said magnetic head is fabricated by mounting the magnetic head inside the correction ring on the disk table and rotating the disk table while supplying a liquid containing no abrading particles while cleaning the disk table by means of a disk table cleaning device.

4. A method according to one of claim 1, 2 or 3, wherein said disk table is fabricated into a convex shape and the surface of the disk table has fine holes distributed essentially over

the entire surface so as to permit abrading particles to infiltrate into the holes.

5. A method according to one of claim 1, 2, 3 or 4, wherein said dummy workpiece is made of a same material as the magnetic head and has a fabrication surface area that is larger than a fabrication area of the magnetic head.

[Detailed Explanation of the Invention]

[0001]

[Technological Field of the Invention]

This invention relates in general to methods for lapping the surface of a magnetic head opposite to the recording medium, and relates in particular to a method applicable to a composite magnetic head comprised by different materials such as protective film and metallic magnetic materials on the substrate surface.

[0002]

[Conventional Technology]

A method of lapping the floating surface of a magnetic head is to lap fabricate the surface by supplying a lapping solution containing abrading particles at a steady rate on a metallic disk made of a soft material such as tin (reference 1). Also, a method of minimizing the height difference on the floating surface of a composite magnetic head made of different materials is to perform rough polishing first using a polishing solution containing abrading particles, and this process is followed by lapping process using a liquid containing no abrading particles. Such a method has been reported in a

Japanese Laid-open Patent Publication No. 03-92264 (reference 2). A method of minimizing the height difference on the composite material and minimizing the degradation of the disk table has been reported in a Japanese Laid-open Patent Publication No. 05-9227 (reference 3), in which a ceramic disk table is used for lapping, where the disk has alumina as its primary constituent and fines holes are evenly distributed on its surface allowing the abrading particles to enter the hole.

[0003]

[Problem to be Solved]

Figures 2 and 3 show a composite magnetic head comprised by a substrate base 10 of alumina-titanium carbide, an alumina protective film 13 and a magnetic film 12 made of a magnetic material such as Permalloy. When such a magnetic head 1 is lapped by a conventional method, shown in Figure 8, the protective film 13 that is softer than the base 10 and the magnetic film 12 that is softer than the protective film 13 are fabricated selectively by the detached free abrading particles, resulting in height difference of the order of 1000 angstroms, and producing defects such as edge rounding and many scratches on the fabricated surface.

[0004]

In reference 2, because abrading particles are not used in the finish fabrication, it is reported that edge rounding and height differences are reduced. However, because rough fabrication and finish fabrication are both performed continually using the same disk table, residual free particles

remain during the finish fabrication. Also, because free particles are imbedded at the same time as performing rough fabrication, the imbedded area represents only a small fraction of the total disk area, and the degree of imbedding the particles is determined by the manner in which rough fabrication is performed. Under such a condition, it is difficult for the particles to be imbedded in the disk highly uniformly and densely. For this reason, it is not possible to reduce the height difference consistently and height differences of the order of 200 angstrom are produced. Further, it is difficult to obtain consistent lapping efficiency. Further, because the disk is made of a soft metallic material, metallic contaminants can adhere to the floating surface of the magnetic head resulting from contact between the disk and the magnetic head during the fabrication process.

[0005]

On the other hand, in reference 3, because the disk is made of a hard ceramic material containing alumina as its primary constituent, the degradation of the disk shape can be avoided, but conversely, it is difficult to produce a disk having an appropriate degree of concave curvature. In order to avoid sticking of magnetic head to the recording medium and to reduce friction between the two, the surface of the floating head is shaped to have a slight convex curvature. To produce such a shape on the magnetic head, the surface profile of the disk must be slightly convex so that the curvature can be transferred to the floating surface during the lapping process.

However, because of the high hardness of the ceramic disk, it is difficult to produce the required degree of curvature by machining the ceramic disk. Also, abrading particles can only enter where the holes are, so that it is difficult to obtain high density of imbedded particles.

[0006]

The purpose of this invention is to provide a precision lapping method suitable for fabrication of the floating surface of a composite magnetic head so as to minimize height difference, edge rounding, surface scratches and cross contamination of the magnetic head by soft metals, so that the method is applicable to a high productivity production line.

[0007]

[Means for Solving the Problem]

This invention is based on a primary method for fabricating a floating surface of a magnetic head opposing a recording medium by lapping, comprising the steps of: pre-treating a disk table by mounting a correction ring and a dummy workpiece on a disk table having a ceramic surface and rotating the disk table while supplying a liquid containing abrading particles, removing free particles from the disk table, and rotating the disk table while supplying a liquid not containing abrading particles; and mounting the correction ring and the magnetic head on the pre-treated disk table to fabricate the magnetic disk by rotating the pre-treated disk table while supplying a liquid not containing abrading particles.

[0008]

Further, magnetic head may also be fabricated by mounting the magnetic head inside the correction ring on the disk table and rotating the disk table while supplying a liquid containing no abrading particles while cleaning the disk table by means of a disk table cleaning device. Further, disk table may be fabricated into a convex shape and the surface of the disk table has fine holes distributed essentially over the entire surface so as to permit abrading particles to infiltrate into the holes. Further, the dummy workpiece may be made of a same material as the magnetic head and has a fabrication surface area that is larger than a fabrication area of the magnetic head.

[0009]

[Preferred Embodiments]

Figures 2 and 3 show a composite magnetic head. The base 10 comprised by alumina-titanium carbide is coated with an alumina protective film 13 and Permalloy magnetic film 12, which have different respective hardness values. In the following explanation, it is assumed that the floating surface 11 has already been processed by rough fabrication separately to obtain the required degree of dimensions, so that the process is concerned only with finish fabrication of the floating surface 11. In Figure 1, the disk table 2 is constructed such that the ceramic material is machinable or at least the surface is made of a ceramic material. Ceramic materials include fluoride-based ceramics and silicate glass ceramics, and if the hardness is compatible, they may include aluminum titanates, aluminum nitrides. Holes of diameter or width of several

micrometers to several tens of micrometers surface are uniformly distributed on the disk surface.

[0010]

First, the disk surface of the disk 2 is machined so that the required degree of concave curvature is produced to match the convex curvature of the floating surface. This machining process may be performed by using diamond bit and NC machining. The machined disk 2 is attached with a correction ring 4, and GC or WA abrasives are periodically dripped on the rotating disk to remove surface scratches.

[0011]

Finish fabrication of the disk is performed in three stages. In the first stage, abrasive particles 3 are imbedded on the disk 2. A dummy workpiece 7 is mounted on a lap ring 5 using a wax or an elastic part such as silicone or vinyl chloride so that the dummy workpiece 7 faces the disk surface and rotates freely inside the correction ring 4. The opposite surface is loaded with a weight 9. It is preferable that the correction ring 4 be made of a ceramic material such as alumina or zirconia. The dummy workpiece is made of alumina-titanium carbide which is the same material as the substrate base, and the contact area between the disk 2 is made larger than the fabrication area, preferably more than twice the area of the magnetic head 1.

[0012]

Lapping is carried out while rotating the disk 2 at 10~50 r.p.m., and dripping a liquid 3 containing abrasives (referred

to as lapping liquid) at a given rate. The lapping liquid 3 is a suspension comprised by a liquid medium of glycol and water with a dispersion of diamond particles. Abrasives may include GC particles and WA particles. The lap ring 5 having the correction ring 4 and the dummy workpiece 7 fixed thereon can self rotate on the disk 2 (driver not shown). Therefore, the lapping liquid 3 is distributed more or less uniformly on the surface of the disk 2 by the correction ring 4, and the particles infiltrate into the spaces between the disk 2, correction ring 4 and the dummy workpiece 7 and become imbedded in the disk surface. The dummy workpiece 7 is weighted by the weight 9 to facilitate the imbedding process. As shown in Figure 4, a portion of the particles 31 are imbedded on the disk surface 21 by the actions of the correction ring 4 and the dummy workpiece 7, and enter the cavity of the holes, thus producing a fixated particles 30 that are not readily dislodged.

[0013]

Next, free particles 31 and machining debris are removed by washing to leave the fixated particles 30 on the disk 2, and Figure 5 shows a cleaned disk 2. After the process of imbedding is completed, the lap ring 5 with the attached dummy workpiece 7 is removed from the correction ring 4, and water 8 is sprayed on the surface of the disk 2 while rotating the disk 2. This operation serves to wash off the free particles 31 adhering to the surface of the disk 2 and the lower surface of the correction ring 4 by water 8, and are removed from the surface of the disk 2 by the centrifugal forces caused by the

rotation A of the correction ring 4 and the rotation B of the disk 2. Then, as shown in Figure 6, remaining free particles 31 are removed from the disk surface by wiping the surface of the disk 2 with a wet chamois such as chamois leather 6 or a sponge like towel in the direction of the arrow C to absorb the particles in the chamois 6.

[0014]

In the second stage process, the cutting edge of the imbedded particles are aligned uniformly by lapping. The lap ring 5 with the dummy workplace 7, which was used in imbedding the particles and attached to the ring 5, is placed inside the correction ring 4 so as to face the disk 2, and the disk 2 is subjected to lapping using a liquid containing no particles (referred to as lubricating liquid). The lubricating liquid 33 may include glycol based solvent mixed with water. Before this treatment, the dummy workpiece 7 is washed thoroughly to remove the attached particles. By this operation, the surface of the disk 2 is prepared so as to obtain fixated particles 30 imbedded in the cavities and the peaks of the particles are leveled off so that the surface is approximately level, and unfixed particles 31 are removed from the surface of the disk 2. In this condition, the cutting edges of the particles have been conditioned by the dummy workpiece 7, and because the material of the dummy 7 is the same as the magnetic head so that during the fabrication of the magnetic head, less damage is inflicted on the floating surface.

[0015]

Then, the lap ring 5 with dummy workpiece 7 is taken out of the correction ring 4, and water 8 is sprayed on the disk 2 while rotating the disk 2. This operation removes free particles 31 adhering to the disk surface and the lower surface of the correction ring 4 by the flowing water 8 and are removed from the surface of the disk 2 by the centrifugal forces caused by the rotation A of the correction ring 4 and the rotation B of the disk 2 to further clean the disk 2. The stages 1 and 2 outlined above are pre-treatment processes for stage 3 to be described below.

[0016]

Stage 3 is a lapping process to fabricate the floating surface 11 of the magnetic head 1, which is the actual object of device fabrication. As shown in Figure 9, device fabrication step is carried out using only the particles imbedded in the cavities and on the surface of the disk 2. As shown in Figure 7, a plurality of magnetic heads 1 are arranged separately on the lap jig 15 by bonding them to a holder 14 with an elastic material such as silicone or vinyl chloride based elastomer. The lap jig 15 is inserted into the correction ring 4 so that the magnetic head 1 faces the disk 2, and rotate the disk 2 while dripping the lubricating liquid 33 on the disk 2. The magnetic head 1 is pressed against the disk 2 by the own weight of lap jig 15 or by adding a weight 9. Lapping is carried out for a certain length of time at a rotational speed of 5-50 r.p.m. The lubricating liquid used for this purpose may be the same as the one used in the second stage process,

but may be changed as appropriate. The pressing acts to elastically deform the contact section of the magnetic head 1 held in the holder 14 so that a uniform pressure can be applied to the magnetic head 1. A uniform film of lubricating liquid is formed by the correction ring 4 on the surface of the disk 2, thus reducing the contact area between the surface 21 of the disk 2 and the floating surface 11 of the magnetic head 11.

[0017]

As described above, at least the surface layer of the disk 2 is made of a ceramic material so that, even if the surface of the disk is damaged due to contact with the magnetic head 1 and other causes, burr-like protrusions, that are often formed in soft metallic disk, are not formed, and any such damage will cause the surface material to fall off. The detached pieces do not often stick to the disk, and even if they became attached to the disk, they are easily removed during lapping. Therefore, there is hardly any chance that foreign particles attach themselves to finished products, in particular metallic particles, such as detached metallic pieces. In the meantime, although detached pieces are prone to cause scratches on the magnetic head 1, but a cleaning device is provided for cleaning the disk surface, as shown in Figure 10. A sweeper 60 made of an elastic material is provided on the disk 2 as a disk cleaning means, and a cleaning ring 54 having a polishing pad 55 is attached as a cleaning means also, which are used to sweep off any particles detached from the disk 2. The cleaning ring 54

is constructed so that it may self-rotate as the disk is rotated (driver is not shown).

[0018]

As described above, the present disk table not only has imbedded abrading particles but the particles are agglomerated so that the clustering power of the abrading particles is strong so that there is hardly any diversion or falling off of particles, and the productivity of the third stage is improved 3-5 time the conventional productivity derived from soft metal-based disks. However, as the third stage is repeated many time, there is a tendency for the particles to fall off or worn out through use to reduce the number of particles held on the disk 2 that can actively contribute to the fabrication process. This cause not only a drop in productivity but also the cutting edge is dulled so that the height differences increase and flatness of the surface can suffer. Therefore, it is necessary to periodically refresh the supply of the particles on the disk surface.

[0019]

Addition imbedding is performed in the same manner as before in the case of pre-treating the disk surface. In such a case, the length of imbedding process can be shortened. This process refreshed the cutting surface of the disk 2, fabrication efficiency is increased and a precision fabricated surface can again be obtained. Accordingly, after performing first and second fabrication steps, the third fabrication steps can be repeated a number of times, without lowering the lapping

productivity, to provide a lapping process that produces a product with small height differences and does not contaminate the product with metallic pieces.

[0020]

[Examples]

Some examples will be demonstrated. The magnetic head 1 was a composite material comprised by a base material 10 containing alumina-titanium carbide ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$, 2200 Hv), a protective film 13 comprised by alumina, a magnetic film 12 comprised by Permalloy (180 Hv). The disk table 2 was produced from an integral unit of fluoride base material and silicate glass having an apparent density 1-5 g/cm³, of essentially zero water absorption, or preferably zero water absorption, and having a compressive strength of 3500-500 kgf/cm² and hardness of 150-300 Hv. Fine holes of a diameter 10 μm were uniformly distributed on the disk surface. Surface fabrication of disk table 2 was carried out by NC machining. Machining bit was either a diamond chip or a sintered diamond chip, and rough fabrication and finish fabrication steps were carried out to produce a surface finish Ra of about 2 μm . Then, correction lapping was performed to produce a surface roughness on the disk surface of less than 0.3 μm . Figure 11 shows results of height differences produced on the magnetic head after fabrication processing. The horizontal axis relates to surface roughness of the disk table. From these results, it can be seen that by improving the surface roughness of the disk to a finish of less than 0.3 μm Ra, the height differences are

reduced to an average value of about 50 angstroms.

[0021]

The lapping time for the first stage processing was chosen to be 60 minutes. Figure 12 shows a relation between the imbedding time and fabrication efficiency, Figure 13 shows a relation between imbedding time and frequency of producing scratches on the floating surface 11 of the magnetic head 1. It can be seen that the imbedding time of 15 minutes is sufficient to produce $0.2\mu\text{m}/\text{min}$ of fabrication efficiency, which does not change thereafter, however, from the viewpoint of scratches, 15 minutes is not sufficient and 60 minutes or more is preferred. The lapping time for cutting edge conditioning was chosen to be 90 minutes. Figure 14 shows experimental results on lapping time and fabrication efficiency, and Figure 15 shows experimental results on lapping time and height difference. Fabrication efficiency decreases as lapping time is increased, but the height difference is an average of about 105 angstroms after 30 minutes of lapping, but the results improves to 25 angstroms after 90-120 minutes of lapping. The results indicate that 60-90 minutes is preferred for the cutting edge conditioning in the second stage process.

[0022]

When the floating surface of the magnetic head 1 was lapped under the conditions described, scratch generation rate on the floating surface was 3 %, which was essentially the same as the value for conventional metal disks containing primarily

tin. Also, the height difference between the metallic base material containing primarily tin and the protective film formed on the disk table, height difference between the floating surface 11 of the base material 10 and the magnetic film 12 as well as the edge rounding of the protective film 13 were less than about 50 angstroms in both cases.

[0023]

[Effects of the Invention]

In the present method of lapping, the height differences between the base material of the floating surface to the protective film and to the magnetic film, and edge rounding of the protective film are both less than 50 angstroms, and scratches on the protective film are reduced and high precision fabrication can be performed, as well as the fact that once the particles are imbedded in the disk table, the fabrication efficiency is not reduced compared with the conventional metallic disks. For these reasons, server life of the disk is increased as much as 3-5 times. Even if the efficiency decreases, it can be recovered by re-imbedding the particles on the disk surface to continue to provide precision fabrication without cross contamination from soft metals.

[Simple Explanation of the Drawings]

Figure 1 is a schematic diagram of the present lapping method.

Figure 2 is a schematic diagram of a magnetic head.

Figure 3 is a cross sectional view through a plane A-A in Figure 2.

Figure 4 is a schematic diagram of fabrication stages in Figure

1.

Figure 5 is an illustration of disk cleaning step in the present method.

Figure 6 is an illustration of disk wiping step in the present method.

Figure 7 is a diagram to explain attachment of a magnetic head.

Figure 8 is an illustration of the conventional lapping method.

Figure 9 is an illustration of the present method of lapping.

Figure 10 is an illustration of the fabrication process of a magnetic head.

Figure 11 is a graph of disk surface roughness and fabrication height difference.

Figure 12 is a graph of imbedding time and fabrication height difference.

Figure 13 is a graph of imbedding time and scratch generation rate.

Figure 14 is a graph of second stage lapping time and fabrication efficiency.

Figure 15 is a graph of second stage lapping time and the fabrication height difference.

[Explanation of the Reference Numerals]

- 1 magnetic head
- 2 disk table
- 3 lapping liquid
- 4 correction ring
- 5 lap ring
- 7 dummy workpiece

10 substrate base
11 floating surface
12 magnetic film
13 protective film
14 holder
15 lap jig
30 fixed particles
31 free particles